

El método de laboratorio, indispensable en el estudio de la Química, de la Física y de las diversas ramas de la Mecánica, se aplica también con excelentes resultados á la Matemática pura.

Y nada tiene esto de extraño, pues se ha llegado á aplicar también á las ciencias filosóficas, económicas y sociales, y parece predestinado para llegar á ser el método predominante en el siglo XX en toda clase de estudios.

En lo tocante á la organización de estos estudios, yo abrigo la convicción de que la mejor solución consiste en una escuela preparatoria común para todos los Ingenieros de los diversos ramos. El 12 de Julio de 1892, en que se suprimió la Escuela general preparatoria de Ingenieros y Arquitectos, fué un día de luto para la enseñanza científica y técnica en España. Aquella Escuela tenía indudablemente una organización defectuosa; pero no era eso motivo para suprimirla, sino para reorganizarla corrigiendo los defectos.

Para crearla se invocaron razones de economía, y luego se suprimió para obtener nuevas economías. Aparte de esa chocante contradicción, los mezquinos motivos de una economía tan pequeña que no se supo valuar ni conocer ciertamente su existencia ni al crearla ni al suprimirla, están ahí fuera de su lugar. Es un proceder semejante al de un agricultor que, teniendo bien preparado un campo que promete pingüe cosecha, tratara de economizar algunas pesetas en la cantidad y calidad de la semilla.

No he de extenderme en tratar de probar teóricamente la bondad de esta solución. Por encima de todas las razones que pudiera aducir está la experiencia repetida ya por tres veces, y no he de aconsejar que se repita una vez más.

En 1836, cuando se reorganizó la Escuela de Ingenieros de Caminos y se publicó el primer reglamento del Cuerpo, se decretó la creación de un Colegio científico preparatorio para las Escuelas de Arquitectura, de Minas y de Caminos, únicas escuelas técnicas que existían entonces. Este Colegio no se llegó á organizar.

En 1848 se creó una preparatoria para esas mismas escuelas; fué suprimida en 1855.

Se creó nuevamente en 1886 la Escuela general preparatoria de Ingenieros y Arquitectos, y fué suprimida en 1892.

¿Cuáles fueron las causas del fracaso de una institución que tan brillantes resultados produjo en Francia y en algunas otras naciones?

Conviene decirlo claramente, la causa principal fué la rivalidad y los celos de los diversos Cuerpos de Ingenieros. A tal extremo llegó el mal, que el Gobierno se vió en la necesidad de nombrar Director, con el título de Delegado regio, á un médico político ilustre, sí, pero completamente ajeno á los estudios del establecimiento docente que regía.

Nuestro ilustre consocio Sr. Torres Quevedo ha insinuado la idea de crear una Escuela de ampliación científica común para todos los Cuerpos de Ingenieros. Muy de temer es que si se intentara llevarla á la práctica, aquellos celos y emulaciones resurgieran con mayor pujanza en razón precisamente de la mayor importancia de esta escuela comparada con las fenecidas preparatorias.

Por mi parte, creo que la obra más urgente es la de reforzar ó, mejor dicho, de reconstruir los cimientos del edificio de nuestra enseñanza científico-técnica, acudiendo á mejorar la enseñanza elemental, porque cuando la enseñanza elemental es defectuosa, no se libra nadie del naufragio.

Estamos presenciando un movimiento consolador, desusado y sin precedentes en nuestro país. La Sociedad Matemática española por una parte, y el Instituto de Ingenieros civiles por otra,

han pensado simultáneamente, con entera independencia y sin previo acuerdo, en organizar conferencias, siendo el tema concreto de las del curso del Instituto, la enseñanza técnica. Se ha procurado una aproximación de ambas Sociedades para colaborar reunidas en los asuntos que interesan igualmente á ambas entidades. Ninguno hay que les pueda interesar tanto como la vulgarización de los estudios matemáticos y la mejora de la enseñanza elemental, y á ello debemos dedicar toda atención preferente. Aprovechemos esta ocasión. Imitemos á los ingleses y norteamericanos. Hace pocos años el nivel de los estudios matemáticos elementales, salvo en algunos centros muy reducidos, era muy bajo, tanto en Inglaterra como en la América del Norte, y su situación era parecida á la nuestra. La divulgación de los nuevos métodos de enseñanza ha mejorado extraordinariamente su situación en muy pocos años. El número de alumnos que estudian Matemáticas prácticas crece en Inglaterra con arreglo á la ley del interés compuesto, y en el año 1912 alcanzó la enorme cifra de 100.000.

Al recomendar que imitemos ese ejemplo, no quiero decir que debemos copiar servilmente sus procedimientos, incurriendo nuevamente en un error tantas veces repetido. Debemos estudiar á fondo esos métodos para tomar de ellos lo más conveniente, adoptándolos á nuestra situación y á las condiciones de nuestros alumnos y profesores. Mi objeto se limita á hacer un llamamiento á ambas, la Sociedad Matemática Española y el Instituto de Ingenieros civiles, igualmente interesados en este asunto, para que, puestos de acuerdo, estudien las necesidades de nuestra enseñanza elemental y provean los medios de conseguir que se lleven á la práctica las reformas necesarias.

Si logramos establecer una enseñanza elemental sólida, bien entendida y adecuada á nuestras necesidades, habremos conseguido sentar sólidamente las bases indispensablemente necesarias para elevar el nivel de los estudios matemáticos y técnicos en nuestro país, y los resultados no se harán esperar mucho tiempo.»

Las carreteras del porvenir.

En el concurso abierto recientemente por el Instituto de Ingenieros Civiles y para el tema «Las carreteras del porvenir», fijado por la Asociación de Caminos, Canales y Puertos, ha sido premiada la Memoria presentada por el distinguido Ingeniero don Federico Moreno Pineda, afecto á la Jefatura de Obras públicas de Gerona.

Según tenemos entendido, el Instituto está preparando la publicación de dicha Memoria, lo que permitirá sea en breve plazo conocida de la mayor parte de nuestros lectores; pero como el asunto que forma su objeto es de tan reconocida actualidad y de tan gran interés, y está desarrollado con un perfecto conocimiento de las nuevas condiciones que á las carreteras impone la creciente circulación automovilista, y como en ella se ofrece solución á los múltiples problemas que en el mundo entero suscita el empleo del automóvil, tanto de turismo y lujo, como de servicio público de pasajeros y carga, creemos útil adelantarnos á aquella publicación con un extracto de las principales consideraciones expuestas en la Memoria premiada.

Empieza el autor haciendo constar las variaciones que en el concepto público ha tenido la importancia concedida á las carreteras, cómo hubo una época, todavía no muy lejana, en que se consideró la carretera poco menos que inútil, al comparar su

servicio con el prestado por los ferrocarriles, siendo causa de que el Estado abandonara 25.000 kilómetros de las primeras vías paralelas á las segundas, y de que se pensara en suspender la construcción de carreteras para sustituirlas por ferrocarriles secundarios, y cómo después, ante el brillante triunfo del automóvil, tocaba al ferrocarril su turno de menosprecio. Entonces se fijó de nuevo la atención en la carretera; y, al lanzar por ella motores de hasta 120 caballos de potencia, con velocidades registradas en algún concurso de 160 kilómetros por hora, se pidieron para la vía anchos exagerados, resistencia ilimitada, y hasta la exclusión del tránsito ordinario, como si sólo el automóvil debiera prevalecer, matando todos los demás medios de transporte. En exageración análoga, dice el autor, se incurrió al aplicar la tracción mecánica al transporte por carretera de cargas pesadas, con camiones de 10 toneladas, trenes Renard y tractores con llantas estriadas, y hasta clavos salientes para aumentar la adherencia, con resultados deplorables para la conservación de las vías. Pero la reacción no se ha hecho esperar, abriéndose paso ideas más prácticas y utilitarias. Los talleres europeos aumentan la producción de los coches de 15 á 20 caballos, y los norteamericanos adoptan casi el de 20 como tipo único; y ya el primer Congreso de carreteras aconsejó la supresión de la llanta estriada, y la limitación de las cargas á la necesaria para producir una presión máxima de 150 kilogramos por centímetro de llanta, y que el ancho de ésta permita su adaptación al perfil bombeado de la carretera.

El autor de la Memoria supone fundadamente que el automovilismo turístico y deportivo, el de las grandes velocidades, como inspirado en la necesidad y en la moda, desaparecerá en gran parte cuando los que hoy lo sostienen encuentren otros medios, como la aerostación y la aviación para disfrutar nuevas emociones; y que ese automovilismo de lujo será sustituido por el utilitario, usándose el automóvil como herramienta de trabajo. Entonces se presentará el verdadero problema de dar satisfacción á las necesidades de la circulación automovilista; pero como no se sacrificará todo á la velocidad, imperando el principio de una bien entendida economía, el proyecto de la carretera del porvenir no tropezará con dificultades insuperables sin que por eso queden restringidos los progresos de la industria de construcción de automóviles.

Como consecuencia de tales ideas, se supone en la Memoria sostendrán el tránsito probable en las carreteras del porvenir:

Peatones, ciclistas, ganados, caballerías y vehículos ordinarios.

Automóviles particulares, con llantas neumáticas, marchando á la velocidad máxima de 60 kilómetros por hora.

Automóviles de servicio público, para viajeros, cuya velocidad de marcha y otras condiciones fijará la autorización necesaria en este caso.

Camiones automotores, con carga máxima de 4.500 kilogramos sobre cada eje, y presión máxima sobre el suelo de 150 kilogramos por centímetro de ancho de llanta, velocidades medias de 16 kilómetros y máximas de 25, y condiciones determinadas, según sea el vehículo y vías que recorra.

El autor pasa luego á examinar qué condiciones habrá de tener la carretera destinada á sostener este tránsito previsto, limitando su estudio al caso más general, por entender que la importancia y naturaleza de la circulación indicarán, en cada caso especial, las modificaciones necesarias, exigiendo, por ejemplo, un aumento en el ancho de la calzada ó de los paseos, el adoquinado de la primera ú otros detalles. En ese estudio el autor se ocupa sucesivamente del trazado, de la sección transversal de la vía, de las curvas, de los cambios de rasante, de la superficie

de rodadura, de las obras de fábrica, y de las obras accesorias y señales.

Respecto á trazado, se acepta en la Memoria el principio general, aplicable á todas las vías de comunicación, de que la mejor destinada á unir dos centros cualesquiera, será la que produzca un beneficio máximo; beneficio para calcular el cual, se emplea la fórmula de los Ingenieros alemanes, en la que entran el coste de construcción por kilómetro, el de conservación independiente del tráfico, la longitud de la vía, la carga anual transportada, expresada en toneladas, el desgaste producido por año y kilómetro por tonelada de carga transportada, y la reducción de gastos de transporte por tonelada que habrá de producir la nueva vía con relación á las existentes. Al ocuparse de esta reducción, en la que tiene una gran influencia el valor de la pendiente, el autor se opone al criterio sustentado por automovilistas y constructores, y aun por algunos Ingenieros, de que, como la carretera del porvenir será exclusiva para el tránsito del automóvil, y éste puede vencer con facilidad pendientes más fuertes que las hoy posibles para los vehículos ordinarios, no hay inconveniente en rebasar los límites de pendiente actualmente admitidos. Se dice en la Memoria, y con razón, que el tránsito de los vehículos ordinarios, sobre todo el de los destinados al transporte de los productos agrícolas, existirá siempre; que los automóviles dedicados al transporte de mercancías no cuentan con tal exceso de potencia de tracción que se hallen en condiciones enteramente distintas de las de los antiguos medios de transporte; y que aun para los automóviles de turismo no serán indiferentes las pendientes fuertes, sobre todo para salvarlos á gran velocidad, y que la potencia necesaria en esas pendientes sería excesiva en los tramos horizontales ó de escasa inclinación, haciendo trabajar á los motores en malas condiciones de rendimiento, á menos de hacer marchar los vehículos á velocidades exageradas é incompatibles con la seguridad de la circulación. Es decir, que deben conservarse las pendientes actuales, sin que nada aconseje el aumentarlas. En cuanto á condiciones generales del trazado horizontal de las futuras carreteras, la Memoria aconseja se evite la construcción de las travesías por el interior de las poblaciones, y se prodiguen lo más posible las alineaciones rectas, aun sacrificando algún tanto la economía en el coste inicial de construcción.

Al hablar de la sección transversal de la vía, y de cuál debe ser su ancho, la Memoria enumera cuál es el que las disposiciones vigentes en España fijan para sus carreteras de primero, segundo y tercer orden, y para sus caminos vecinales, así como el adoptado en las principales naciones de Europa y Estados Unidos de América, deduciendo que sólo en este país y en Noruega tienen carreteras con anchos iguales ó inferiores á los nuestros. Con tales antecedentes, y teniendo en cuenta el espacio ocupado por los vehículos cargados y el huelgo necesario entre dos que se crucen, se fija como ancho máximo para la parte afirmada el de 6 á 6,50 metros y el de 1 metro para cada uno de los paseos, ó sea un total de 8 metros á 8,50 como mínimo; límite, se hace notar, bien lejano todavía de los de 15 á 50 metros propuestos por algunos Ingenieros y automovilistas en los Congresos de carreteras.

Pero se recomienda con insistencia que todo el ancho de la carretera esté constantemente disponible para la circulación, para lo cual deben colocarse fuera de ella los acopios de piedra para la conservación y todos los postes y señales; aceptar con extrema mesura las plantaciones de arbolado y suprimir todos ó casi todos los guardarruedas, que el autor califica de inútiles.

Cree también que un bombeo exagerado en el perfil transversal, si bien favorece la rápida evacuación de las aguas, tiene el

inconveniente de facilitar el vuelco de los vehículos de alto centro de gravedad; de repartir desigualmente el peso, sobrecargando la rueda exterior, que, al apoyarse en la arista de la llanta, desagrega el afirmado, y de encarrilar los vehículos por las mismas roderas en el centro de la vía.

Después de examinar varias fórmulas de las constantemente empleadas para determinar el bombeo y de aludir á la influencia que en el tipo más conveniente tienen las circunstancias locales, la pendiente longitudinal, entre otras, parece fijar como flecha máxima de bombeo la de $\frac{1}{100}$ á $\frac{1}{80}$ del ancho del firme.

Al ocuparse de las curvas y de su gran importancia para el tránsito automovilista, ya que en ellas ocurren la mayor parte de los accidentes, determina el radio mínimo en función de la distancia entre ejes, batalla y ángulo de giro del tren delantero de los vehículos; deduciendo que el radio de 30 metros, suficiente para el paso, por vía de 6 metros de ancho, de una diligencia de las dimensiones ordinarias, marchando los caballos al trote, lo es también para automóviles que marchen á 45 kilómetros, y aun á 60 por hora; y esto, tanto si van por el lado exterior como por el interior de la curva, sin peligro de vuelco, si el bombeo no excede de $\frac{1}{100}$. Por eso, mientras no se consientan mayores velocidades, considera el autor innecesaria la precaución adoptada en algunas partes, y aconsejada en el primer Congreso de carreteras, de reemplazar el bombeo de las curvas por una pendiente transversal única, hacia el lado interior, de 4 á 6 por 100 como medio de oponerse á los efectos de la fuerza centrífuga. Más ventajosa le parece para la seguridad en las curvas el pasar de las de radio mínimo á las alineaciones rectas por el intermedio de una rama de parábola, tangente á ambas, de 15 á 20 metros de longitud.

Cuando las curvas van en trinchera contornean una estribación, ó tienen á sus costados edificios, plantaciones ú otros obstáculos, la escasa longitud de vía que dejan servible puede ser causa, y lo es con frecuencia, del choque de los vehículos que marchen en sentido opuesto, sobre todo por la tendencia natural en todos ellos de acercarse al lado interior de la curva. Se examina en la Memoria cuál será, en este caso, el radio mínimo que permitirá se den vista los vehículos á distancia suficiente para rectificar su dirección y evitar el choque; deduciéndose que, cuando aquéllos marchen á la velocidad de 18 kilómetros por hora, ese radio será de 89 metros y de 158 para la velocidad de 60 kilómetros. Como en los terrenos montañosos curvas tan abiertas elevarían considerablemente el coste de construcción de las carreteras, el autor cree prudente, en vez de recurrir á ellas, que se busque la seguridad en el cumplimiento estricto de los Reglamentos de circulación, exigiéndose que los coches circulen siempre por el lado que les corresponde, señalar las curvas en que, como precaución, debe moderarse la velocidad, y obligar á los automovilistas á usar señales acústicas de tipo único, con toques convenidos que suplan la escasa longitud visible de carretera.

También los cambios bruscos de rasante tienen el inconveniente de producir choques perjudiciales á la vía y á los vehículos que por ella circulan, por el cambio de dirección del centro de gravedad de los últimos, y, en el caso de una rampa seguida de una pendiente, de impedir, como las curvas en trinchera, se vean á tiempo los vehículos que marchan á gran velocidad en sentidos opuestos. Para evitar el primer efecto, propone el autor sustituir los encuentros de rasantes por un polígono, en que cada lado sea de 10 metros por lo menos, y la diferencia de su pendiente con relación al contiguo de $\frac{1}{60}$ como máximo, ó bien por

una curva vertical de radio superior á 600 metros para una velocidad máxima de circulación de 60 kilómetros por hora. Para evitar el segundo, estudia cuál debe ser en los encuentros de pendiente y rampa la inclinación máxima de la primera en función de la segunda, para que los vehículos se den vista á 50 metros de distancia por lo menos.

Detenido evidentemente ante el coste que representaría el cambio radical en el sistema de construcción de nuestras carreteras, el autor considera que no debe abandonarse para las futuras, si bien concediendo más atención á la resistencia de la caja y á su saneamiento, y recomendando, para obtener la primera, la formación de los terraplenes por capas regadas y apisonadas, la consolidación con cilindros pesados, y, en caso extremo, el establecimiento de una primer capa ó base de fundación.

Recomienda asimismo se emplee en el firme piedras duras, resistentes é inalterables á los agentes atmosféricos, aglutinadas con recebos escogidos, y consolidando el conjunto con rodillos de vapor, de peso proporcionado á la dureza de la piedra y á la intensidad de la circulación. Al desarrollar estos principios, llama la atención sobre las exigencias que imponen las condiciones variables del clima, según sea éste seco ó húmedo, cálido ó frío, así como sobre la naturaleza especial del desgaste producido por los automóviles y la formación del polvo, que es su consecuencia. A este propósito examina los ensayos hechos con aglutinantes alquitranados y con las de morteros áridos de cemento y arena, manteniéndose en prudente reserva respecto al empleo de estos nuevos métodos, mientras la circulación no lo exija, y hasta que la práctica haya confirmado plenamente sus buenos resultados.

Para las obras de fábrica de las nuevas carreteras, se limita á señalar la necesidad de prescindir de los badenes, así como del estrechamiento de la calzada al paso de dichas obras, sobre todo de las pequeñas, cuya multiplicidad obligaría á una marcha constante de precaución, y la de que en las de alguna importancia, en curva cerrada, se separe el paso de la zona de rodadura con un pretil ó barandilla.

Insistiendo en el principio de que debe evitarse y apartarse todo obstáculo que se oponga á la facilidad constante de la circulación, y para prevenir en lo posible los accidentes, recomienda se proteja con malecones los pasos difíciles, se ejecuten las obras accesorias necesarias para evitar corrimientos y desprendimientos de tierras, capaces de obstruir la carretera, y que las líneas telegráficas y telefónicas se aparten de la vía á mayor distancia que la altura de los postes.

Como señales, que deben ser eficaces para el viajero, pero en el menor número posible, deberán conservarse los postes kilométricos, suprimiéndose los hectométricos, é indicarse los pasos difíciles, como curvas cerradas, cruces á nivel, travesías de poblaciones, etc.

Se concede gran importancia á la aplicación de Reglamentos de circulación y de la zona de servidumbre, detenidamente estudiados y aplicados con todo rigor; Reglamentos indispensables no sólo para las carreteras futuras, sino también para las actuales. El que hoy rige, aunque redactado en 1909, no difiere esencialmente del anterior, y no tiene en cuenta las exigencias de la tracción mecánica intensa y á grandes velocidades. El autor llama la atención, como puntos principales á reglamentar, sobre la necesidad de limitar la velocidad de los vehículos de marcha rápida, así como la carga por eje en los destinados á transporte de objetos pesados; de fijar las condiciones de las llantas y su ancho en relación con la presión transmitida al suelo; adopción de señales

acústicas bien características para los automóviles; responsabilidad de los conductores en caso de accidente; condiciones generales de la circulación, como sentido de la marcha, cruces, precauciones en puntos especiales, gálibos de las cargas y otras; reglas para el paso de ganados y reglas para la edificación y plantaciones en la zona de servidumbre, y para evitar se ocupe la vía entorpeciendo el tránsito, ó reduciendo la longitud visible en las curvas cerradas; cuestiones todas cuya oportunidad se ha venido justificando en el curso de la Memoria.

Todo lo hasta aquí extractado se refiere á la carretera futura, pero puede utilizarse también para deducir las modificaciones que habrán de sufrir las carreteras ya construidas para acomodarlas á las nuevas condiciones del tránsito. Entre estas modificaciones señala el autor como las más importantes la rectificación del trazado en las travesías, el aumento de radio de las curvas en los terrenos quebrados; el ensanche en las carreteras cuyo ancho total sea inferior á 8 metros y en los afirmados de ancho inferior á 6; y la consolidación de la capa, y establecimiento de fundación para muchos firmes.

Para acometer la reforma, se aconseja se haga un estudio previo que determine qué carreteras deben ser reformadas, y si han de reformarse aisladamente, ó por grupos que formen circuitos ó direcciones principales; todo ello teniendo en cuenta las condiciones especiales de cada caso, población de la comarca, riqueza, conveniencias del turismo, etc. Podrán formarse así planes redactados en forma análoga á los actuales de reparación, y los estados de circulación y previsiones razonables señalarán el orden de redacción de los proyectos y de ejecución de las obras, para lo que sería conveniente combinar los tres sistemas conocidos de contrata, destajo y administración.

Cuál sería el coste de la reforma, el autor no se atreve á fijarlo por falta de datos. Aventura, sin embargo, algunas cifras, según las cuales, partiendo de la carretera de 6 metros, el coste medio aproximado de la reforma, por kilómetro, sería: por obras de explanación, 3.250 pesetas; por obras de fábrica, 1.500 pesetas; por afirmado, 6.670; por obras accesorias y señales, 200; ó sea un total de 12.000 pesetas, en números redondos; cifra á la que sería preciso agregar 1.500 pesetas más en los trozos donde resultare justificada la aplicación del alquitranado. Evalúa en 7.165 kilómetros la longitud construida en las carreteras de primer orden; 9.980 la de las carreteras de segundo orden, y en 25.601 las de tercero. Supone que las de primer orden exigirán muy escasas reformas, y que si se reformase la mitad de las de segundo y tercero, es decir, 17.790 kilómetros, el coste total de la transformación sería de 215 millones de pesetas, alzadamente, lo que representaría, escalonada en quince años, un gasto anual de poco más de 14 millones, no desproporcionado á las fuerzas económicas de la nación.

Tal es, á grandes rasgos, el contenido de la interesante Memoria del Sr. Moreno. En ella encontrarán los Ingenieros materia para confirmar ó rectificar sus propias observaciones, y los Poderes públicos indicaciones utilísimas sobre las nuevas orientaciones que han de guiar en el proyecto, construcción, conservación y explotación de las carreteras, si han de responder ampliamente á las necesidades creadas por la circulación de los vehículos de tracción mecánica que en número cada vez mayor las utiliza.



ESTERILIZACIÓN DEL AGUA

POR MEDIO DE LOS RAYOS ULTRA-VIOLETA ⁽¹⁾

Desde hace varios años (gracias á las investigaciones de gran número de sabios, que han comprobado plenamente que la mayor parte de las enfermedades epidémicas tienen un origen hídrico), la esterilización de las aguas destinadas al uso corriente ha alcanzado una importancia cada vez mayor. Los microbios nocivos transportados por las aguas llegan en esta forma á las distribuciones urbanas y particulares, y de este modo se han propagado gran número de epidemias. La consecuencia lógica del descubrimiento hídrico ha sido la aplicación de diferentes procedimientos destinados á desembarazar el agua de los principios nocivos que pueda contener, tanto químicos como bacteriológicos.

Sin intentar hacer historia del desarrollo de los métodos de purificación de las aguas empleados durante el curso del pasado siglo, creemos útil recordar que pueden dividirse en tres categorías:

- A) Procedimientos mecánicos.
- B) Procedimientos químicos; y
- C) Procedimientos físicos.

La ebullición ha sido siempre un medio práctico muy empleado para destruir los microbios del agua destinada á la bebida, pero las ventajas de este procedimiento se contrabalancean con el defecto de que la bebida obtenida en esta forma suele ser pesada, indigesta, y frecuentemente de desagradable gusto.

Procedimientos mecánicos.—Entendemos por procedimiento mecánico aquel que elimina las materias en suspensión de un agua cualquiera, sin efectuar en el líquido transformación alguna física ó química. El único medio que llena estas condiciones es la filtración. Esta ha existido siempre en la naturaleza, y los primeros filtros, llamados «ingleses», hicieron su aparición en Inglaterra hacia la mitad del siglo pasado; eran, sencillamente, la aplicación del método natural de la filtración á través de las capas geológicas de arena ó de grava. Posteriormente, se fueron perfeccionando los procedimientos, y en la actualidad existen numerosos sistemas de filtración; puede decirse que todos, desde el punto de vista mecánico, dan resultados satisfactorios; pero no todos pueden llegar á conseguir la completa purificación del agua eliminando totalmente los microbios que contiene. Es verdad que en la delgada película que se forma en la superficie de un filtro de arena queda gran cantidad de microbios, pero al colmarse el aparato se hace preciso reintegrarlo á su estado primitivo, lo cual resulta frecuentemente excesivamente caro.

La filtración resuelve, indiscutiblemente, el problema de la clarificación del agua, pero para la purificación, se hace preciso el empleo de otros métodos, basados sobre principios completamente diferentes.

Procedimientos químicos.—Con motivo de haberse puesto en uso en la práctica, tanto quirúrgica como corriente, los antisépticos, hicieron su aparición los procedimientos de esterilización del agua, empleando productos químicos. Estos métodos, aunque numerosos, pueden, en principio, clasificarse en dos categorías: aquéllos en que se añade un desinfectante sólido ó líquido al agua y aquéllos en que la esterilización se efectúa empleando un gas que posee propiedades bactericidas (por ejemplo, el ozono). Es evidente que todos estos métodos son capaces de efectuar la esterilización del agua, porque se trata sencillamente de añadir al

(1) De la *Lumière Électrique*.